



Fakultät für Mathematik

Modulhandbuch

für den Masterstudiengang

**Mathematik
mit den Studienrichtungen**

**Mathematik,
Computermathematik,
Technomathematik,
Wirtschaftsmathematik**

Stand: 5. Oktober 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Pflichtmodule	3
2	Wahlpflichtmodule	3
2.1	Lehrgebiet: Algebra und Geometrie	3
	Algebra II	3
	Algebraische Statistik	4
	Anwendbare Algebra	5
	Diskrete Mathematik	6
	Einführung in die algebraische Geometrie	7
	Geometrische Gruppentheorie	8
	Gitterpolytope	9
	Kommutative Algebra	10
	Metrische Geometrie	11
2.2	Lehrgebiet: Analysis	12
	Differentialgeometrie I	12
	Differentialgeometrie II	13
	Geometrische Evolutionsgleichungen I	14
	Geometrische Evolutionsgleichungen II	15
	Lineare Funktionalanalysis	16
	Nichtlineare Funktionalanalysis	17
	Partielle Differentialgleichungen I	18
	Partielle Differentialgleichungen II	19
	Variationsmethoden I	20
	Variationsmethoden II	21
2.3	Lehrgebiet: Numerik	22
	Advanced Topics of Numerical Linear Algebra	22
	Differential-Algebraic Equations	23
	Einführung in die Numerische Lineare Algebra	24
	Elementare Zahlentheorie	25
	Finite Elemente Verfahren	26
	Modellreduktion dynamischer Systeme	27
	Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen	28
	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	29
	Numerik partieller Differentialgleichungen	30
	Scientific Computing	31
	Scientific Machine Learning for Simulations	32
2.4	Lehrgebiet: Optimierung	33
	Fortgeschrittene Methoden der Diskreten Optimierung	33
	Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung	34
	Mathematics for Clinical Decision support	35
	Modellierung, Simulation und Optimierung	36
	Nichtlineare Optimierung	38
	Optimization Methods for Machine Learning	39
2.5	Lehrgebiet: Statistik	40
	Asymptotische Statistik	40
	Design und Analyse von Experimenten	41
	Finanzstatistik	42
	Lineare Modelle	43
	Mathematische Statistik	44

	Multivariate Statistik	45
	Nichtparametrische Statistik	46
	Nichtparametrische und asymptotische Statistik	47
	Statistik mit R	49
	Statistische Methoden	50
	Statistische Theorie des maschinellen Lernens	51
	Stochastische Prozesse	52
	Survival Analysis	53
	Versicherungsmathematik	54
	Wahrscheinlichkeitstheorie	55
	Zeitreihenanalyse	56
3	Seminar	57
	Seminar	57
4	Praktikum	58
	Praktikum	58
5	Masterarbeit	59
	Masterarbeit	59
6	Belegungen im Anwendungsfach - Übersicht	60
	Anwendungsfach Elektrotechnik	60
	Anwendungsfach Informatik	61
	Anwendungsfach Mechanik	62
	Anwendungsfach Physik	63
	Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft	64

1 Pflichtmodule

2 Wahlpflichtmodule

2.1 Lehrgebiet: Algebra und Geometrie

Algebra II

(Algebra II)

Modulzugehörigkeit: Algebra II									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Methoden aus dem Gebiet Algebra. Sie können dazu selbstständig und in Gruppenarbeit Übungsaufgaben lösen und die angegebene Fachliteratur benutzen. Sie sind in der Lage, Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren und zu diskutieren.</p>									
Inhalt: <p>Fortgeschrittene Gruppentheorie, Anwendungen der Galoistheorie, Moduln und Algebren. Kategorien.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Lineare Algebra I und II; Analysis I und II</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Kahle (FMA-IAG)</p>									

Algebraische Statistik

Modulzugehörigkeit: Algebraische Statistik									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische und geometrische Strukturen in der Statistik kennen. Die Studierenden sind in der Lage mit Abstraktionen und geometrischer Vorstellung statistische Modellbildung zu analysieren und den Einfluss algebraisch-geometrischer Eigenschaften auf statistische Methoden zu untersuchen. Sie können die gefundenen Erkenntnisse schriftlich und mündlich kommunizieren.</p>									
Inhalt: <p>Geometrische Sichtweisen auf statistische Modelle für diskrete und normalverteilte Zufallsvariablen, Markovketten, Bedingte Unabhängigkeit, Primärzerlegung, Gröbnerbasen, Semi-algebraische Mengen in der Statistik. Algebraische Testtheorie und Markovbasen.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Algebra</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[computerorientiert] [KI-bezogen]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Kahle (FMA-IAG)</p>									

Anwendbare Algebra
(Applicable Algebra)

Modulzugehörigkeit: Anwendbare Algebra
Leistungspunkte: 6
Niveau: Bachelor
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 3 SWS / 42 h 124 h
Übungen 1 SWS / 14 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische Methoden und Anwendungsbeispiele in der Mathematik und den Naturwissenschaften kennen. Die Studierenden sind in der Lage über in Anwendungen auftretende algebraische Strukturen abstrakt zu argumentieren und selbstständig Fachliteratur zu recherchieren um Problemlösungen zu erarbeiten.
Inhalt:
Methoden der algebraischen Statistik und Biologie, Torische Geometrie in dynamischen Systemen, Gröbnerdeformationen, Resultanten und Diskriminanten.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Lineare Algebra I und II, Algebra
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Bemerkungen:
[computerorientiert]
Modulverantwortliche(r):
T. Kahle (FMA-IAG)

Diskrete Mathematik

(Diskrete Mathematics)

Modulzugehörigkeit: Diskrete Mathematik									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: Den Studierenden werden grundlegende Methoden, Beweistechniken, Objekte und Anwendungen der diskreten Mathematik vermittelt. Die Studierenden entwickeln ihre Problemlösungsfähigkeiten und ihr Verständnis für logisches und systematisches Argumentieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.									
Inhalt: Abzählen von Mengen, Partitionen, Rekursionen, Erzeugende Funktionen, Geordnete Mengen, Grundlagen der Graphentheorie, beispielhafte Anwendungen in Algebra und Geometrie (z. B. kombinatorisches Abzählen in Inzidenzgeometrie oder Kodierungstheorie).									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel), für Statistik & Datenanalyse: Wahlpflichtmodul im Bereich Spezialisierung/Lehrgebiet Mathematik									
Voraussetzung für die Teilnahme: Lineare Algebra I und II; Algebra									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									
Modulverantwortliche(r): B. Nill (FMA-IAG)									

Einführung in die algebraische Geometrie

Modulzugehörigkeit: Einführung in die algebraische Geometrie									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden lernen grundlegende Eigenschaften und Beispiele von Nullstellenmengen komplexer Polynome in mehreren Veränderlichen kennen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen algebraische und geometrische Methoden zur Untersuchung dieser Objekte und entwickeln ihre Fähigkeit Probleme durch notwendige Abstraktion und Begriffsbildung neu zu formulieren und zu lösen.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>									
Inhalt: <p>Affine Varietäten, Zariski-Topologie, Hilbertscher Nullstellensatz, Koordinatenringe, polynomielle Abbildungen, projektive Räume und Varietäten, Garbe der regulären Funktionen, Veronese-Abbildung, Segre-Einbettung, rationale Abbildungen, Dimension, Singularitäten</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Algebra</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[KI-bezogen]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>B. Nill (FMA-IAG)</p>									

Geometrische Gruppentheorie

Modulzugehörigkeit: Geometrische Gruppentheorie									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS / 56 h</td> <td>186 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>2 SWS / 28 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erwerben Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der Geometrischen Gruppentheorie. Sie erwerben Problemlösekompetenzen und üben systematisches Argumentieren ein.</p> <p>Studierende erkennen die Wechselwirkungen zwischen Geometrie und Gruppentheorie, sie kennen und verstehen die wichtigsten Resultate und zugrundeliegenden Techniken des Gebietes.</p> <p>Die Vorlesung bereitet Studierende darauf vor aktuelle Veröffentlichungen der Geometrischen Gruppentheorie zu lesen.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>									
Inhalt: <p>Endlich erzeugte Gruppen und Gruppenpräsentationen, Cayley-Graphen und Gruppenwirkungen, Quasi-Isometrie metrischer Räume, quasi-isometrische Invarianten, Satz von Schwarz-Milnor, Beispielklassen für Gruppen, z.B. hyperbolische Gruppen, Fuchssche Gruppen, amenable Gruppen, Zopfgruppen, Thompson-Gruppen, CAT(0)-Gruppen.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Algebra</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>P. Schwer (FMA-IAG)</p>									

Gitterpolytope

Modulzugehörigkeit: Gitterpolytope									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Erwerb algebraischer, geometrischer und kombinatorischer Methoden zur Untersuchung von Polytopen mit Ecken in einem Gitter.</p> <p>Die Studierenden entwickeln Verständnis für strukturierte Problemlösung und logisches und systematisches Argumentieren. Sie verfügen über Fach- und Methodenkompetenzen sowie Kreativitätstechniken.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>									
Inhalt: <p>Gitterpolygone, Gittervolumen, unimodulare Transformationen, halboffene Zerlegungen, Ehrhart-Reziprozität, Satz von Brion, Gitterpolytope von festem Grad, leere Gittertetraeder, Gitterpolytope mit wenigen inneren Gitterpunkten, Reflexive Polytope, unimodulare Triangulierungen</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Diskrete und Konvexe Geometrie oder Einführung in die Mathematische Optimierung</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>B. Nill (FMA-IAG)</p>									

Kommutative Algebra

Modulzugehörigkeit: Kommutative Algebra									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische und geometrische Strukturen kennen und üben die zugehörigen Beweistechniken. Die Studierenden sind in der Lage mit Abstraktionen geometrischer Konzepte in algebraischen Strukturen zu arbeiten, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten und diese anderen Studierenden verständlich zu präsentieren.</p>									
Inhalt: <p>Multivariate Polynomringe und ihre Moduln, Grundzüge der algebraischen Geometrie, Nullstellensatz, Lokalisierungen, Hom und Tensorprodukt, Primärzerlegung, Satz von Cayley-Hamilton, Nakayamalemma, Grundzüge der Dimensionstheorie</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Algebra</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[computerorientiert]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Kahle (FMA-IAG)</p>									

Metrische Geometrie

Modulzugehörigkeit: Metrische Geometrie									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzzeit</th> <th style="text-align: center;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">3 SWS / 42 h</td> <td style="text-align: center;">124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td style="text-align: center;">1 SWS / 14 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden lernen einen abstrakten metrischen Zugang zur Geometrie und metrische Methoden zur Beschreibung von Krümmungsbegriffen kennen.</p> <p>Sie sollen abstrakte geometrische Fragestellungen begreifen und geometrische Strukturen erkennen und beschreiben können. Selbständiges recherchieren von Fachliteratur, eigenständiges diskutieren und Bearbeitung von Fragestellungen wird eingeübt. Studierende entwickeln ein Verständnis für strukturierte geometrische Problemlösung. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>									
Inhalt: <p>Themen der Vorlesung können sein: Geometrie metrischer Räume, metrische Krümmungsbegriffe und Krümmungsschranken, geodätische metrische Räume, Konstruktionen, geometrische Realisierungen polyedrischer Komplexe, Hausdorffabstand</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I, Differentialgeometrie von Vorteil (nicht vorausgesetzt)</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>P. Schwer (FMA-IAG)</p>									

2.2 Lehrgebiet: Analysis

Differentialgeometrie I

(Differential Geometry I)

Modulzugehörigkeit: Differentialgeometrie I									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erwerben differentialgeometrische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten. Sie trainieren geometrisches Denken und das mathematische Modellieren geometrischer Sachverhalte.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, anschaulich-geometrische Probleme mathematisch zu modellieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p>									
Inhalt: <p>Topologische und glatte Mannigfaltigkeiten, Beispiele davon.</p> <p>Differenzierbare Abbildungen und Überlagerungen, Tangentialebene, Vektoren und Differential.</p> <p>Untermannigfaltigkeiten, Immissionen und Einbettungen.</p> <p>Integral Kurven und Flüsse.</p> <p>Tensoren und Satz von Stokes.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Analysis I und II, Lineare Algebra</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>M. Simon (FMA-IAN)</p>									

Differentialgeometrie II
(Differential Geometry II)

Modulzugehörigkeit: Differentialgeometrie II				
Leistungspunkte: 6				
Niveau: Bachelor				
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)				
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Präsenzzeit</td> <td style="text-align: center;">Selbststudium</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Vorlesung 4 SWS / 56 h</td> <td style="text-align: center;">124 h</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung 4 SWS / 56 h	124 h
Präsenzzeit	Selbststudium			
Vorlesung 4 SWS / 56 h	124 h			
Ziele und Kompetenzen: Die Studierenden erwerben differentialgeometrische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten. Sie trainieren geometrisches Denken und das mathematische Modellieren geometrischer Sachverhalte. Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, anschaulich-geometrische Probleme mathematisch zu modellieren und in einem abstrakten Kontext zu behandeln, Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.				
Inhalt: <i>Innere und Riemannsche Geometrie:</i> Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Riemannscher Krümmungstensor, kovariante Ableitungen, Geodäten, Paralleltransport, Exponentialabbildung, Jacobifelder, zweite Fundamental Form, Satz von Gauß.				
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)				
Voraussetzung für die Teilnahme: Analysis I und II, Lineare Algebra I, Differentialgeometrie I				
Prüfungsvorleistung: keine				
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung				
Modulverantwortliche(r): M. Simon (FMA-IAN)				

Geometrische Evolutionsgleichungen I (Geometric Evolution Equations I)

Modulzugehörigkeit: Geometrische Evolutionsgleichungen I
Leistungspunkte: 9
Niveau: Master
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie der 'Geometrischen Evolutionsgleichungen'. Sie erwerben Grundfertigkeiten in diesem Gebiet und können die Hauptfragen der Existenz, Eindeutigkeit und Regularität für eine große Klasse von parabolischen Gleichungen auf Mannigfaltigkeiten beantworten. Die Studierende sind in der Lage, Literaturrecherche und Selbststudium zu betreiben. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.
Inhalt:
A priori-Abschätzungen/Existenz/Regularität einer Lösung der Wärmeleitungsgleichung auf einer Riemannschen Mannigfaltigkeit, a priori-Abschätzungen/Existenz/Regularität einer Lösung einer linearen parabolischen Gleichung auf einer Mannigfaltigkeit, Maximumprinzipien auf Mannigfaltigkeiten.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Differentialgeometrie I, Partielle Differentialgleichungen I
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Modulverantwortliche(r):
M. Simon (FMA-IAN)

Geometrische Evolutionsgleichungen II
(Geometric Evolution Equations II)

Modulzugehörigkeit: Geometrische Evolutionsgleichungen II									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">3 SWS / 42 h</td> <td style="text-align: center;">124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td style="text-align: center;">1 SWS / 14 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie der 'Nicht-linearen geometrischen Evolutionsgleichungen' mit den Hauptbeispielen Ricci-Fluss und mittlerer Krümmungsfluss.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Kurzzeitexistenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen zum Ricci-Fluss und zum mittleren Krümmungsfluss sowie zu anderen Flüssen zu zeigen. Sie sind in der Lage, Literaturrecherche und Selbststudium zu betreiben.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: <p>Existenz/Regularität/a priori-Abschätzungen für Lösungen von nicht-linearen parabolischen Gleichungssysteme auf Mannigfaltigkeiten, Existenz/Regularität/a priori Abschätzungen für Lösungen des Ricci-Flusses bzw. des mittleren Krümmungsflusses.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Geometrische Evolutionsgleichungen I</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>M. Simon (FMA-IAN)</p>									

Lineare Funktionalanalysis
(Linear Functional Analysis)

Modulzugehörigkeit: Lineare Funktionalanalysis
Leistungspunkte: 9
Niveau: Bachelor
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden sind mit typischen funktionalanalytischen Begriffsbildungen und Beweistechniken vertraut.
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und konkrete Modelle in einen wirkungsvollen abstrakten Rahmen einordnen.
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.
Inhalt:
Modellierung, normierte Räume, Banach- und Hilberträume, Lineare Operatoren und Funktionale, Hahn-Banach-Sätze, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit und Folgerungen, Einführung in die Spektraltheorie linearer Operatoren
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Analysis I - III, Lineare Algebra
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Modulverantwortliche(r):
K. Deckelnick (FMA-IAN)

Nichtlineare Funktionalanalysis
(Nonlinear Functional Analysis)

Modulzugehörigkeit: Nichtlineare Funktionalanalysis									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">3 SWS / 42 h</td> <td style="text-align: center;">124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td style="text-align: center;">1 SWS / 14 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse funktionalanalytischer Begriffsbildungen und Beweistechniken, insbesondere solcher, die das Studium nichtlinearer Phänomene ermöglichen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Inhalt: Analysis in Banachräumen, Abbildungsgradtheorie, Fixpunktsätze, Elemente der Variationsrechnung, Anwendungen auf volkswirtschaftliche und naturwissenschaftliche Fragen									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)									
Voraussetzung für die Teilnahme: Analysis I - III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis (nach Möglichkeit)									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									
Modulverantwortliche(r): K. Deckelnick (FMA-IAN)									

Partielle Differentialgleichungen I
(Partial Differential Equations I)

Modulzugehörigkeit: Partielle Differentialgleichungen I									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): Alle zwei Jahre									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS / 56 h</td> <td>186 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>2 SWS / 28 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erlernen typische analytische Begriffsbildungen und Beweistechniken und die bei Differentialgleichungen typische Arbeitsweise. Sie verfügen über Kenntnisse in der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Inhalt: Modellierung, Grundtypen partieller Differentialgleichungen, grundlegende Resultate für lineare elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme, Integraldarstellungen, Sobolevräume, schwache Lösungen, funktionalanalytische Lösungsverfahren									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Mathematikingenieur/in (Bachelor) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)									
Voraussetzung für die Teilnahme: Analysis I, II und III, Lineare Algebra I									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									
Modulverantwortliche(r): H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)									

Partielle Differentialgleichungen II
(Partial Differential Equations II)

Modulzugehörigkeit: Partielle Differentialgleichungen II									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): alle zwei Jahre									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS / 42 h</td> <td>124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>1 SWS / 14 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in der bei Differentialgleichungen typischen Arbeitsweise, insbesondere solcher, die das Studium nichtlinearer Phänomene ermöglichen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Inhalt: Nichtlineare elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme, z.B.: Minimalflächengleichung, Reaktions-Diffusionsgleichungen, Erhaltungsgleichungen, funktional-analytische Konzepte, Spektraltheorie, Kompaktheit in Funktionenräumen									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)									
Voraussetzung für die Teilnahme: Analysis I - III, Lineare Algebra I, Partielle Differentialgleichungen I									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									
Modulverantwortliche(r): H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)									

Variationsmethoden I
(Variational Methods I)

Modulzugehörigkeit: Variationsmethoden I									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): alle zwei Jahre									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzzeit</th> <th style="width: 50%;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS / 56 h</td> <td>124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>2 SWS / 28 h</td> <td>62 h</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h	Übungen	2 SWS / 28 h	62 h
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h							
Übungen	2 SWS / 28 h	62 h							
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Bereich der Analysis / nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsprobleme mathematisch zu modellieren, zu abstrahieren, Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen, Literaturrecherche und -studium zu betreiben und damit die Inhalte der Vorlesungen und Übungen selbstständig zu vertiefen. Diese Vorlesung wird durch Variationsmethoden II zu einem Modul ergänzt. Dieses Modul führt bis an aktuelle Forschungsthemen heran und bereitet die Studierenden auf die Anfertigung einer Masterarbeit vor.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen</p>									
Inhalt: Direkte Methoden, Unterhalbstetigkeit, Minimalflächen – parametrisch und als Lipschitz-stetige Graphen, Hindernisprobleme, Sattelpunktmethode, Minimierung unter Nebenbedingungen, Palais-Smale-Bedingung, mountain-pass-lemma, Reaktions-Diffusions-Gleichung, nichtlineare Wellengleichung, symmetrische Willmoreflächen									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)									
Voraussetzung für die Teilnahme: Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen.									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									
Modulverantwortliche(r): H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)									

Variationsmethoden II

(Variational Methods II)

Modulzugehörigkeit: Variationsmethoden II (nichtlineare elliptische Differentialgleichungen)						
Leistungspunkte: 6						
Niveau: Master						
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)						
Häufigkeit des Angebots (Turnus): alle zwei Jahre						
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>124 h</td></tr></tbody></table> (mit integrierter Übung)		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h
	Präsenzzeit	Selbststudium				
Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h				
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Bereich der Analysis / nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsprobleme mathematisch zu modellieren, zu abstrahieren, Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen, Literaturrecherche und -studium zu betreiben und damit die Inhalte der Vorlesungen und Übungen selbstständig zu vertiefen. Dieses Modul führt bis an aktuelle Forschungsthemen heran und bereitet die Studierenden auf die Anfertigung einer Masterarbeit vor.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen</p>						
Inhalt: <p>Grenzfälle von Kompaktheit, kritisches Wachstum, Concentration compactness principle von P. L. Lions, Brezis-Nirenberg-Problem, globales Kompaktheitslemma von Struwe, instabile Flächen vorgeschriebener mittlerer Krümmung.</p>						
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p> <p>Auch als Teilmodul belegbar</p>						
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen. Variationsmethoden I</p>						
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>						
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>						
Modulverantwortliche(r): <p>H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)</p>						

2.3 Lehrgebiet: Numerik

Advanced Topics of Numerical Linear Algebra

(Advanced Topics of Numerical Linear Algebra)

Modulzugehörigkeit: Advanced Topics of Numerical Linear Algebra (ATNLA)									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden werden in weiterführende Themen der numerischen linearen und multilinearen Algebra eingeführt.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, gegebene Probleme zu analysieren und spezifische Lösungsstrategien zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und Algorithmen entwickelt und in mathematischer Software implementiert werden.</p>									
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Review of important concepts from (numerical) linear algebra, especially regarding linearsystems of equations and linear eigenvalue problems.• Matrix equations: Theory and applications; methods for small / dense linear and quadratic equations.• Matrix functions: Theory and applications; computing functions of small, dense matrices; algorithms for applying matrix functions to a vector.• Randomized algorithms: Basic concepts for randomized QR and SVD decomposition.• Tensor techniques: brief introduction to multilinear (numerical) algebra; higher-order SVD; applications in data analysis.									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel) und Master-Studiengang Computational Methods in Engineering</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Lineare Algebra; (empfohlen: Numerik)</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>P. Benner (FMA-IAN)</p>									

Differential-Algebraic Equations

Modulzugehörigkeit: Differential-Algebraic Equations		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung mit integrierter Übungen	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Eigenschaften und Schwierigkeiten im theoretischen und numerischen Umgang mit differentiell-algebraischen Gleichungen. Die Studierenden sind in der Lage, differentiell-algebraische Gleichungen in der Modellierung technischer Systeme einzusetzen und numerisch anzugehen und die angeeigneten Kenntnisse und Fähigkeiten in der numerischen Lösung gewöhnlicher oder partieller Differentialgleichungen einzusetzen		
Inhalt:		
Lineare und nichtlineare DAEs, Existenz von Lösungen, Index und Indexreduktion, Numerische Behandlung, Anwendungsbeispiele		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Numerik gew. Differentialgleichungen (erwünscht)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Bemerkungen:		
[computerorientiert]		
Modulverantwortliche(r):		
J. Heiland (FMA-IAN)		

Einführung in die Numerische Lineare Algebra
(Introduction to Numerical Linear Algebra)

Modulzugehörigkeit: Einführung in die Numerische Lineare Algebra
Leistungspunkte: 9
Niveau: Bachelor
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden werden zuerst mit dem numerischen Lösen von großen linearen Gleichungssystemen vertraut gemacht. Außerdem erlernen sie algorithmische und theoretische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten zur Lösung von Eigenwertproblemen. Die Studierenden sind in der Lage, gegebene Probleme zu analysieren und spezifische numerische Lösungsstrategien zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und mathematische Software entwickelt werden. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.
Inhalt:
Lineare Gleichungssysteme: Motivierende Beispiele, direkte Löser, einfache iterative Verfahren, Krylov-Unterraum-Verfahren (CG, MINRES, GMRES,...), Vorkonditionierer, Multigrid. Eigenwertprobleme: Beispiele & Herkunft verschiedener Eigenwertprobleme, QR Algorithmus für unsymmetrische EWPe, spezielle Verfahren für symmetrische EWPe, verallgemeinerte Eigenwertprobleme und die Singulärwertzerlegung, Krylov-Unterraum & Jacobi-Davidson-Verfahren für große, dünnbesetzte Eigenwertprobleme
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel), Master-Studiengang Computational Methods in Engineering sowie für Doktoranten der OvGU.
Voraussetzung für die Teilnahme:
Lineare Algebra I und II, Numerik Grundvorlesung
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Modulverantwortliche(r):
P. Benner (FMA-IAN)

Elementare Zahlentheorie

(Elementary Number Theory)

Modulzugehörigkeit: Elementare Zahlentheorie									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Vermittlung und Analyse von Basiswissen der klassischen Zahlentheorie und Aufzeigen von Querverbindungen zur Algebra, Analysis, Geometrie und Kombinatorik. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Inhalt: <p>Kongruenzen und Restklassen, erweiterter Euklidischer Algorithmus, wichtige zahlentheoretische Funktionen, quadratische Reste und Formen, Fareybrüche, Kettenbruchentwicklung quadratischer Irrationalzahlen und deren Bezug zur Reduktion der indefiniten Formen. Unterstützend kann auf Wunsch in der Übung eine Einführung zur hilfreichen Verwendung von Mathematica in der elementaren Zahlentheorie mit Programmbeispielen gegeben werden.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Lineare Algebra I und II; Analysis I und II</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>M. Kunik (FMA-IAN)</p>									

Finite Elemente Verfahren

Modulzugehörigkeit: Finite Elemente Verfahren									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzzeit</th> <th style="text-align: center;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">3 SWS / 42 h</td> <td style="text-align: center;">186 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td style="text-align: center;">3 SWS / 42 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	186 h	Übungen	3 SWS / 42 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	186 h							
Übungen	3 SWS / 42 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden sind mit modernen Diskretisierungskonzepten vertraut und werden an den Stand aktueller Forschung herangeführt.</p> <p>Sie verstehen die mathematischen Werkzeuge zur theoretischen Absicherung und praktischen Realisierung von Finiten-Elemente Verfahren. Sie können Algorithmen für spezielle Anwendungen entwickeln und programmtechnisch auf dem Computer realisieren.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: <p>Die Vorlesung behandelt weiterführende Aspekte der Finiten Elemente Methode. Dazu gehören: Numerische Integration, Isoparametrische Finite Elemente, Finite Elemente Methoden vom upwind Typ, Stromlinien-Diffusions-Methode, Diskretisierung instationärer Probleme, Finite Elemente Methoden für Sattelpunktsprobleme, Elemente höherer Ordnung, nicht-konforme Elemente, spezielle Löser, "multi-level"-Verfahren.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Grundkenntnisse der Finite-Elemente Methode</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Richter (FMA-IAN)</p>									

Modellreduktion dynamischer Systeme
(Model Reduction for Dynamical Systems)

Modulzugehörigkeit: Modellreduktion dynamischer Systeme
Leistungspunkte: 6
Niveau: Master
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 3 SWS / 42 h 124 h
Übungen 1 SWS / 14 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erwerben grundlegende und erweiterte Kenntnisse in der Theorie und Anwendung von Modellordnungsreduktionsmethoden. Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen der gängigen Methoden. Sie können Basisimplementierungen der Modellreduktionsverfahren umsetzen. Die Übungen dienen der Vertiefung der mathematischen Grundlagen sowie der Implementierung der Verfahren und deren Anwendung auf einfache Beispiele.
Inhalt:
Systemtheoretische Grundlagen, Singulärwertzerlegung und andere (orthogonale) Matrixfaktorisierungen, Methode des balancierten Abschneidens, Krylovraumverfahren, Momentenabgleich, rationale Interpolation, Lyapunovgleichungen, POD (Hauptkomponentenanalyse), reduzierte Basis-Methode.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Grundlagen der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen und der Numerischen linearen Algebra, Systemtheorie (wünschenswert).
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Bemerkungen:
[computerorientiert] [KI-bezogen]
Modulverantwortliche(r):
P. Benner (FMA-IAN)

Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen

Modulzugehörigkeit: Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen
Leistungspunkte: 9
Niveau: Master
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 124 h
Übung 2 SWS / 28 h 64 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die numerische Lösung von Strömungsproblemen basierend auf dem Modell der inkompressiblen Navier-Stokes Gleichungen. Sie erlernen Diskretisierungsmethoden mit Hilfe der Methode der Finten Elemente und erwerben in den zugehörigen Übungen Techniken der Programmierung von Finite-Elemente-Methoden auf Basis einer C++ Bibliothek
Inhalt:
Modell der inkompressiblen Stokes- und Navier-Stokes-Gleichungen, Funktionenräume und Zerlegung von Vektorfeldern, abstrakte Behandlung von Sattelpunktsproblemen, stabile Finite-Elemente-Paare, Anwendung auf das Stokes-Problem, Stabilisierung für hohe Reynolds-Zahlen, Behandlung instationärer Probleme, iterative Verfahren für die entstehenden großen Gleichungssysteme
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Grundkenntnisse in den Gebieten Funktionalanalysis und Finite-Elemente-Methoden
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Bemerkungen:
[computerorientiert]
Modulverantwortliche(r):
T. Richter (FMA-IAN)

Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

(Numerical Methods for Ordinary Differential Equations)

Modulzugehörigkeit: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden sind mit wichtigen numerischen Verfahren zur Lösung von Problemen, welche sich mit Hilfe gewöhnlicher Differentialgleichungen beschreiben lassen, vertraut. Sie sind in der Lage, diese Verfahren auf dem Computer umzusetzen und können die Resultate kritisch bewerten.</p>									
Inhalt: <p>Numerisches Differenzieren, Runge–Kutta–Verfahren, Fehlerabschätzungen, Ein- und Mehrschrittverfahren, Stabilität, Steifigkeit, Finite-Elemente-Verfahren für 2-Punkt Randwertaufgaben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I, Numerik</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[computerorientiert]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Richter (FMA-IAN)</p>									

Numerik partieller Differentialgleichungen

(Numerical Methods for Partial Differential Equations)

Modulzugehörigkeit: Numerik partieller Differentialgleichungen									
Leistungspunkte: 6									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden sind mit klassischen und modernen numerischen Verfahren zur Lösung linearer elliptischer, parabolischer und hyperbolischer partieller Differentialgleichungen vertraut. Sie sind in der Lage, diese Verfahren auf dem Computer umzusetzen und können die Resultate kritisch bewerten.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
Inhalt: <p>Grundlagen von elliptischen, hyperbolischen und parabolischen partiellen Differentialgleichungen, Differenzenverfahren und Finite-Elemente-Methode, Konvergenz, Stabilität, Fehlerschätzung, Lösen der linearen Gleichungssysteme</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I, Numerik</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>T. Richter (FMA-IAN)</p>									

Scientific Computing

(Scientific Computing)

Modulzugehörigkeit: Wissenschaftliches Rechnen (Scientific Computing)		
Leistungspunkte: 15		
Niveau: Bachelor		
Dauer des Moduls: zwei Semester (Wintersemester + Sommersemester)		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Wissenschaftliches Rechnen I+II	4+2 SWS / 84 h	186+124 h
Übungen	3+1 SWS / 56 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden werden am Beispiel des numerischen Lösens linearer Gleichungssysteme mit der Implementierung numerischer Verfahren auf modernen Desktop PCs und Hochleistungsrechnern vertraut gemacht. Dabei wird im Schwerpunkt auf geeignete Programmiersprachen, Entwicklungsumgebungen und Softwarebibliotheken, sowie deren Verwendung und Auswahl eingegangen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage gegebene Problemstellungen zu analysieren und spezifische Implementierungen zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und mathematische Software entwickelt werden. Die Softwareentwicklung beinhaltet insbesondere eine geeignete Auswahl existierender Softwarepakete zur effizienten Umsetzung, sowie die Entscheidung für plattformangepasste Methodiken bei der Parallelisierung.</p>		
Inhalt:		
Linux/Unix OS und Entwicklungstools, Grundlagen Computerarithmetik, Lineare Algebra Grundoperationen und relevante Softwareprojekte, Sequentielle Löser für Lineare Gleichungssysteme, Parallelität und Nebenläufigkeit, gemeinsamer und verteilter Speicher / Hybridtechniken, Parallele und nebenläufige Löser für Lineare Gleichungssysteme		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel) und Master-Studiengang Computational Methods in Engineering		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundlagen Lineare Algebra und Programmierung, wünschenswert: Numerik, Numerische Lineare Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
J. Saak (FMA-IAN)		

Scientific Machine Learning for Simulations
(Scientific Machine Learning for Simulations)

Leistungspunkte: 3
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand: 3 Credit Points = 150 h (28h Präsenzzeit + 122h selbstständige Arbeit), Notenskala gemäß Prüfungsordnung
Ziele und Kompetenzen: In the seminar we will discuss recent papers from the scientific machine learning literature on the use of neural networks (and related machine learning techniques) for the simulation of physical systems. We will also cover the analysis of neural networks in this context.
Inhalt: Application of neural networks for the simulation of physical systems (and simulations in general) Mathematical analysis of neural networks, with a focus on simulations
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Prüfungsvorleistung: none
Prüfungsleistung: Presentation (potentially also results of implementation)
Modulverantwortliche(r): Jun.-Prof. Dr. Christian Lessig (FIN), Prof. Dr. Thomas Richter (FMA)

2.4 Lehrgebiet: Optimierung

Fortgeschrittene Methoden der Diskreten Optimierung

(Advanced Methods of Discrete Optimization)

Modulzugehörigkeit: Optimierung									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jedes zweite Jahr									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden lernen für die diskrete Optimierung grundlegende Elemente der Algebra und der diskreten Geometrie und erwerben so ein vertieftes Verständnis der Struktur diskreter Optimierungsprobleme und moderner Ansätze zu ihrer Lösung.</p>									
Inhalt: <p>Zentrales Thema der ersten Hälfte des Moduls ist das Problem, Polynomfunktionen über durch Polynomungleichungen definierten Mengen zu minimieren. Zur Lösung dieses Problems werden Grundzüge der reellen algebraischen Geometrie vermittelt (insbesondere Positivstellensätze) und auf Summen von Quadraten sowie Momentenmatrizen basierende Relaxierungshierarchien entwickelt.</p> <p>In der zweiten Hälfte werden für die diskrete Optimierung fundamentale Aspekte von Themen wie Extremaleigenschaften von Polytopen, erweiterten Formulierungen und Gitterpunkten in konvexen Mengen behandelt.</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Grundkenntnisse der Optimierung und der Linearen Algebra sind erforderlich, Kenntnisse der ganzzahligen Optimierung sind nützlich.</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[computerorientiert]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>V. Kaibel (FMA-IMO)</p>									

Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung
(Mixed-Integer Nonlinear Programming)

Modulzugehörigkeit: Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Bachelor		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der Lösung von nichtlinearen Optimierungsproblemen mit kontinuierlichen und ganzzahligen Variablen. Eine rigorose Herleitung und Untersuchung unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.		
In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren.		
Inhalt:		
Behandelt wird die beschränkte Optimierung mit endlich vielen reell- und diskretwertigen Unbekannten. Verschiedene Algorithmen um Lösungen deterministisch numerisch zu bestimmen werden erläutert. Hierbei spielen die Themen der Rechenzeit und der beweisbaren Terminierung eine wichtige Rolle. Im letzten Teil der Vorlesung werden spezielle Strukturen, wie sie bei der Optimierung mit unterliegenden Differentialgleichungssystemen auftreten, diskutiert und moderne Verfahren vorgestellt, diese auszunutzen. Stichpunkte sind Branch and Bound, Schnittebenen, Outer Approximation, Benders Decomposition, Sum Up Rounding.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Nichtlineare Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
S. Sager (FMA-IMO)		

Mathematics for Clinical Decision support

Modulzugehörigkeit: Mathematics for Clinical Decision support
Leistungspunkte: 9
Niveau: Master
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der Modellierung und des algorithmischen Lösens von Simulations- und Optimierungsproblemen, die sich aus der Modellierung biologischer und medizinischer Fragestellungen ergeben. Die Ergebnisse sollen dazu dienen, klinische Entscheidungsfindung zu unterstützen. Beispiele sind automatische Klassifizierungen von Herzrhythmusstörungen, effiziente Strategien zum Auffinden des richtigen Ablationspunktes, die Einschätzung des Verlaufes von Chemotherapien oder ein Scheduling von Behandlungsterminen bei der Polycythemia vera. In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, zu modellieren und Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.
Inhalt:
In der Vorlesung werden mathematische Techniken erläutert und auf konkrete Beispiele angewendet. Hierzu gehören Modellierung, Simulation, Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung, Identifizierbarkeit, Versuchsplanung, Optimierung, Optimalsteuerung, duale Steuerung und maschinelles Lernen. Die medizinischen Beispiele stammen vor allem aus der Kardiologie und der Onkologie.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Bemerkungen:
[KI-bezogen]
Modulverantwortliche(r):
S. Sager (FMA-IMO)

Modellierung, Simulation und Optimierung
(Modeling, Simulation, and Optimization)

Modulzugehörigkeit: Modellierung 2			
Leistungspunkte: 0			
Niveau: Bachelor			
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)			
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jedes Sommersemester			
Arbeitsaufwand:			
Studiengang	Präsenzzeit	Selbststudium	Credits
Mathematik (Master)	4 SWS, 56 h	124 h	6
Mathematikingenieur (Bachelor)	4 SWS, 56 h	214 h	9
Comp. Methods for Engineering (Master)	4 SWS, 56 h	94 h	5
Ziele und Kompetenzen:			
<p>Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der mathematischen Modellierung von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen. Hierbei liegt ein Fokus auf der Modellierung mit Differentialgleichungen und den Wechselwirkungen zwischen Modellierung auf der einen und Simulation und Optimierung auf der anderen Seite. Es wird ein Überblick über elementare algorithmische Techniken gegeben. Hierzu gehören Parameterschätzung und Versuchsplanung für dynamische Systeme, sowie bezüglich Optimalitätsbedingungen und Algorithmen für die nichtlineare, ableitungsbasierte Optimale Steuerung, also der Optimierung mit unterliegenden differentiellen Gleichungen. Neben der Modellierung der unterliegenden physikalischen, biologischen oder chemischen Prozesse werden Modellierung von Beschränkungen und Zielfunktionen und deren Einfluss auf Algorithmik, Komplexität und Ergebnisse diskutiert. In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.</p>			

<p>Inhalt:</p> <p>Inhaltlich geht es um die Modellierung von Optimierungsfragestellungen vor allem bei gewöhnlichen Differentialgleichungen mit Anwendungen aus den Ingenieurwissenschaften. Den unterschiedlichen Vorkenntnissen und Erfordernissen der angesprochenen Studiengänge wird durch einen modularen Zugang und unterschiedlichen Anforderungen für das Selbststudium Rechnung getragen. Einige Inhalte sind für einige Studierende (insbesondere I Mathematik Master) Wiederholung und werden genau wie manche detaillierteren Inhalte nur im inverted classroom Format (ICF) angeboten. Inhaltsverzeichnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Beispiele für die Modellierung dynamischer Prozesse • Einführung Python und CasADi • Überblick endlich-dimensionale Optimierung: Formulierung, Optimalitätsbedingungen, Algorithmen (ICF) • Überblick Simulationsmethoden (ICF) • Parameterschätzung (Details: ICF) • Optimalsteuerung (Details: ICF) • Versuchsplanung (Details: ICF) • Maschinelles Lernen und Hybride Modelle (Details: ICF) • Fallstudien <p>In die Vorlesung werden Übungen im Umfang von 1–2 SWS integriert. Zielsetzung wird neben mathematischen Aufgaben auch der Umgang mit modernen Modellierungs- und Optimierungstools sein. Bei der Betrachtung der Fallstudien sollen eigene Problemstellungen der Studierenden mit eingebracht werden.</p>
<p>Verwendbarkeit des Moduls:</p> <p>Pflichtfach für: Mathematikingenieur/in (Bachelor)</p> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p> <p>Auch verwendbar für Master-Studiengang Computational Methods for Engineering</p>
<p>Voraussetzung für die Teilnahme:</p> <p>siehe Regelstudienplan</p>
<p>Prüfungsvorleistung:</p> <p>Keine</p>
<p>Prüfungsleistung:</p> <p>mündliche Prüfung gemäß Prüfungsordnung</p>
<p>Modulverantwortliche(r):</p> <p>S. Sager (FMA-IMO)</p>

Nichtlineare Optimierung
(Nonlinear Programming)

Modulzugehörigkeit: Nichtlineare Optimierung
Leistungspunkte: 9
Niveau: Bachelor
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich Optimalitätsbedingungen und Algorithmen für die nichtlineare, ableitungsbasierte Optimierung. Eine rigorose Untersuchung von Konvergenzeigenschaften und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung. In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren.
Inhalt:
Behandelt wird die lokale Optimierung mit endlich vielen reellwertigen Unbekannten und Nebenbedingungen. Die notwendigen und hinreichenden Optimalitätsbedingungen werden genauso erläutert, wie Anwendungen und unterschiedliche Algorithmen um Kandidaten für lokale Optima numerisch zu bestimmen. Hierbei spielen die Themen der globalen Konvergenz genauso wie Konvergenzraten eine wichtige Rolle. Stichpunkte sind Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen, allgemeine Abstiegsverfahren, Newton-artige Verfahren, sequentielle quadratische Optimierung und Innere Punkte Verfahren.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Modulverantwortliche(r):
S. Sager (FMA-IMO)

Optimization Methods for Machine Learning

Modulzugehörigkeit: Optimization Methods for Machine Learning
Leistungspunkte: 9
Niveau: Master
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)
Arbeitsaufwand:
Präsenzzeit Selbststudium
Vorlesung 4 SWS / 56 h 186 h
Übungen 2 SWS / 28 h
Ziele und Kompetenzen:
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der Modellierung und des algorithmischen Lösens von Optimierungsproblemen, die modernen Methoden des Maschinellen Lernens zu Grunde liegen. Eine rigorose Untersuchung von Laufzeiten und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung. In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.
Inhalt:
Behandelt werden eine Einleitung in Klassifizierung und Regression, eine einheitliche Modellierung von Optimierungsproblemen wie sie bei Support Vector Machines oder Neuronalen Netzwerken auftreten, stochastische und deterministische Gradientenverfahren, sowie Penalisierungstechniken.
Verwendbarkeit des Moduls:
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)
Voraussetzung für die Teilnahme:
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung
Prüfungsvorleistung:
keine
Prüfungsleistung:
mündliche Prüfung
Bemerkungen:
[KI-bezogen]
Modulverantwortliche(r):
S. Sager (FMA-IMO)

2.5 Lehrgebiet: Statistik

Asymptotische Statistik

Modulzugehörigkeit: Asymptotische Stochastik									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden kennen verschiedene asymptotische Methoden und zentrale Sätze und können diese anwenden, um wichtige exemplarische Fragestellungen der Statistik zu beantworten. Hierbei soll das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereitet werden, etwa indem auch Grenzwertsätze für Zufallsvektoren sowie für abhängige Zufallsvariablen besprochen werden.</p> <p>Falls die Vorlesung im vollen Umfang belegt wird, kennen die Studierenden darüber hinaus wichtige Beweistechniken, um asymptotische Aussagen herleiten zu können. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: <p>Multivariater Zentraler Grenzwertsatz und Delta-Methode, Ergodensätze, Zentraler Grenzwertsatz für abhängige Zufallsvariablen, Satz von Donsker, Wiener Prozess, Asymptotische Theorie in parametrischen Modellen, Edgeworth-Expansion und Bootstrap, Anwendungen in der Statistik</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)</p> <p>Wahlpflichtmodul Grundlagen Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung. Es besteht die Möglichkeit die Veranstaltung als Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung ohne vertiefte Beweise prüfen zu lassen. In diesem Fall reduziert sich der Anteil der Vorlesung auf 2 SWS (28 h) sowie das Selbststudium auf 124 h, so dass dann auch nur 6 Leistungspunkte erworben werden können.</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[KI-bezogen]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>M. Wendler (FMA-IMST)</p>									

Design und Analyse von Experimenten

Modulzugehörigkeit: Design und Analyse von Experimenten		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Durch das Studium der Theorie orthogonaler Designs erwerben die Studierenden weiterführende und vertiefende Kenntnisse im sich mit der Planung und Analyse von Experimenten beschäftigenden Teilgebiet der Mathematischen Statistik.</p> <p>Die Studierenden erlernen die Struktur von Experimenten zu analysieren und hieraus die korrekte Varianzanalyse der Daten herzuleiten. Hierdurch können sie selbständig auch in neuen Situationen komplexe Experimente planen und analysieren. Sie entwickeln weiterhin ein vertieftes Verständnis über das Zustandekommen der mit Hilfe von Statistik-Software erhaltenen Analyseergebnisse.</p> <p>In den Übungen wird unter anderem mit Hilfe unterschiedlicher Statistik-Programme die praktische Anwendung der Theorie eingeübt, wobei die Studierenden als Software-Paten agieren.</p> <p>Durch die Veranstaltung wird die Kompetenz der Studierenden zur statistischen Beratung gefördert.</p>		
Inhalt:		
Experimente, Baileys Faktor-Kalkül, Faktoren und Vektorräume, orthogonale Faktorstrukturen und Designs, Varianzanalysetabellen, statistische Modelle, Varianzanalyse orthogonaler Designs, Anwendungen, Inferenz für Treatmentvergleiche		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)		
Für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematischer Statistik und Linearer Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
H. Großmann (FMA-IMST)		

Finanzstatistik

Modulzugehörigkeit: Finanzstatistik						
Leistungspunkte: 6						
Niveau: Master						
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)						
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung (mit integrierten Übungen)</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>124 h</td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
	Präsenzzeit	Selbststudium				
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h				
Ziele und Kompetenzen: <p>Absolventinnen und Absolventen kennen Zeitreihenmodelle für Finanzdaten wie etwa Aktienkurse und können diese mathematisch analysieren. Sie können diese Modelle mittels moderner Software praktisch</p> <ul style="list-style-type: none">• zur Volatilitätsvorhersage sowie• zur Riskomessung einsetzen. <p>Sie können statistische Methoden</p> <ul style="list-style-type: none">• zur Risikoanalyse sowie• zur multivariaten Modellierung nennen, erörtern und anwenden.						
Inhalt: <p>Integration von Zeitreihen, GARCH-Zeitreihen, Volatilitätsvorhersage, Statistische Methoden zur Schätzung von Risikomaßen, Copulas</p>						
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master) Für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Spezialisierung</p>						
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Kenntnisse in der Zeitreihenanalyse sind sinnvoll. Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie.</p>						
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>						
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>						
Bemerkungen: <p>[KI-bezogen]</p>						
Modulverantwortliche(r): <p>C. Kirch (FMA-IMST)</p>						

Lineare Modelle

Modulzugehörigkeit: Lineare Modelle		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig, aber mindestens einmal in 4 Semestern		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Theorie der statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur beim Vorliegen erklärender Variablen; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Regression und faktorielle Modelle, Methode der Kleinsten Quadrate und das Gauß-Markov-Theorem, Varianz- und Kovarianzanalyse, optional: zufällige Effekte		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Für Statistik & Datenanalyse: Wahlpflichtmodul Vertiefung oder Spezialisierung; für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik (für Statistik & Datenanalyse: Veranstaltungen der ersten vier Semester)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Bemerkungen:		
[computerorientiert]		
[KI-bezogen]		
Modulverantwortliche(r):		
H. Großmann (FMA-IMST)		

Mathematische Statistik

Modulzugehörigkeit: Mathematische Statistik									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der statistischen Modellierung und der Theorie der statistischen Analyse; Die Studierenden kennen insbesondere die Grundlagen der Schätz- und Testtheorie und können diese anwenden.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: <p>Stichprobenraum, parametrische und nichtparametrische Modellierung, Entscheidungs- und Risikofunktion, Suffizienz und Vollständigkeit, optimale Entscheidungsregeln, Bayes- und Minimax-Regeln, a priori-Verteilung und Bayes-Risiko, Neyman-Pearson-Test</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Pflichtfach für: Statistik (Master)</p> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Master)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>keine</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[KI-bezogen]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>M. Wendler (FMA-IMST)</p>									

Multivariate Statistik

Modulzugehörigkeit: Multivariate Statistik		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig, aber mindestens einmal in 4 Semestern		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Theorie der statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur bei mehrdimensionalen Beobachtungen; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Statistische Analyse mehrdimensionaler Daten, Ähnlichkeits- und Distanzmaße, multivariates lineares Modell, multivariate Varianzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Diskriminanzanalyse, Faktorenanalyse		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Für Statistik & Datenanalyse: Wahlpflichtmodul Vertiefung oder Spezialisierung; für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik (für Statistik & Datenanalyse: Veranstaltungen der ersten vier Semester)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Bemerkungen:		
[computerorientiert]		
Modulverantwortliche(r):		
H. Großmann (FMA-IMST)		

Nichtparametrische Statistik

Modulzugehörigkeit: Nichtparametrische Statistik		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none">• Studierende können verschiedene nichtparametrische statistische Testmethoden an Hand folgender Beispiele erklären und gegen parametrische Methoden abgrenzen:<ul style="list-style-type: none">– Einstichproben-Lage-Problem– Zweistichproben-Lage-Problem• Sie können die Effizienz verschiedener Tests mittels asymptotischer Methoden vergleichen.• Sie können verschiedene Abhängigkeitsmaße nennen und gegeneinander abgrenzen.• Sie können verschiedene nichtparametrische Schätzmethoden an Hand folgender Beispiele nennen und erklären:<ul style="list-style-type: none">– Dichteschätzung– Nichtparametrische Regression		
Inhalt: Rang-Statistiken, Ordnungsstatistiken, Permutationsstatistiken, Abhängigkeitsmaße, Nichtparametrische Dichte- und Regressionsschätzung		
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master) Für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
Prüfungsvorleistung: keine		
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Bemerkungen: [KI-bezogen]		
Modulverantwortliche(r): C. Kirch (FMA-IMST)		

Nichtparametrische und asymptotische Statistik

Modulzugehörigkeit: Asymptotische und nichtparametrische Statistik									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Master									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig									
Arbeitsaufwand: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzzeit</th> <th style="text-align: center;">Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">4 SWS / 56 h</td> <td style="text-align: center;">124 h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td style="text-align: center;">2 SWS / 28 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Absolventinnen und Absolventen können verschiedene nichtparametrische statistische Testmethoden an Hand folgender Beispiele erklären und gegen parametrische Methoden abgrenzen: Einstichproben-Lage-Problem, Zweistichproben-Lage-Problem; die Effizienz verschiedener Tests mittels asymptotischer Methoden vergleichen; verschiedene Abhängigkeitsmaße erklären nennen und gegeneinander abgrenzen. Sie können verschiedene nichtparametrische Schätzmethoden an Hand folgender Beispiele nennen und erklären: Dichteschätzung, Nichtparametrische Regression.</p> <p>Die Studierenden kennen verschiedene asymptotische Methoden und zentrale Sätze und können diese anwenden, um wichtige exemplarische Fragestellungen der Statistik zu beantworten. Hierbei soll das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereitet werden, etwa indem auch Grenzwertsätze für Zufallsvektoren sowie für abhängige Zufallsvariablen besprochen werden. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: Rang-Statistiken, Ordnungsstatistiken, Permutationsstatistiken, Abhängigkeitsmaße, Nichtparametrische Dichte- und Regressionsschätzung, Grenzwertsätze und ihre Anwendungen									
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master) Die Veranstaltung deckt vollständig das Modul 'Nichtparametrische Statistik' und teilweise das Modul 'Asymptotische Stochastik' ab, so dass diese beiden Module nicht zusätzlich zu diesem Modul eingebracht werden können. Es besteht die Möglichkeit nur den Teil des Moduls 'Nichtparametrische Statistik' zu hören und dann auch als Modul 'Nichtparametrische Statistik' prüfen zu lassen.									
Voraussetzung für die Teilnahme: Wahrscheinlichkeitstheorie (oder vergleichbare Veranstaltungen) sowie grundlegende Statistik-Kenntnisse									
Prüfungsvorleistung: keine									
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung									

Bemerkungen:

[KI-bezogen]

Master Statistik: Dieses Modul kann zusammen mit einer 6CP-Veranstaltung im Methodik-Bereich eingebracht und die 3CP des Methodik-Seminars in den Spezialisierungsbereich/Mathematik (mit den damit verbundenen Einschränkungen an CP) verschoben werden. Das Modul 'Nichtparametrische Statistik' ist vollständig enthalten und kann daher nicht zusätzlich eingebracht werden.

Modulverantwortliche(r):

C. Kirch (FMA-IMST)

Statistik mit R

(Statistics with R)

Modulzugehörigkeit: Statistik mit R		
Leistungspunkte: 3		
Niveau: Bachelor		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistik mit R (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind mit den wichtigsten Möglichkeiten vertraut, eine statistische Datenanalyse mit R durchzuführen, und können diese einsetzen. Sie sind in der Lage, kleinere Simulationsstudien für statistische Fragestellungen zu entwerfen sowie diese in R umzusetzen und zu interpretieren.		
Durch eine Zusammenarbeit der Studierenden in den Übungen wird die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Konzepte der Programmierung mit R, Datenaufbereitung, -auswertung und -visualisierung mit R, numerische Analyse statistischer Verfahren mit R		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel), für Statistik Master: Wahlpflichtmodul Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Statistische Methoden sind sinnvoll, die Vorlesung kann aber parallel besucht werden.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Regelmäßige Teilnahme sowie erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation (mündlich oder schriftlich) von Programmieraufgaben.		
Modulverantwortliche(r):		
C. Kirch (FMA-IMST)		

Statistische Methoden
(Statistical Methods)

Modulzugehörigkeit: Statistische Methoden		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Bachelor		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jedes Sommersemester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben vertiefte Fähigkeiten zur statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur und deren Validierung. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Deskriptive Statistik, grundlegende Konzepte und Verfahren des statistischen Schätzens und Testens, Konfidenzintervalle, Maximum-Likelihood-Schätzung und Momentenmethode. Ein- und Zwei-Stichproben-Tests bei normalverteilten Daten, Binomialtest, Chi-Quadrat-Tests, Methode der Kleinsten Quadrate, lineare Regression, einfaktorielle Varianzanalyse. Die verschiedenen Verfahren und Methoden werden anhand realer Datensätze aus Biologie, Medizin und Wirtschaft illustriert, die mit Hilfe von Statistik-Software unter Computer-Einsatz ausgewertet werden.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor); Mathematikingenieur/in (Bachelor) Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Stochastik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
H. Großmann (FMA-IMST)		

Statistische Theorie des maschinellen Lernens

(Statistical learning theory)

Modulzugehörigkeit: Statistische Theorie des maschinellen Lernens									
Leistungspunkte: 6									
Dauer des Moduls: ein Semester									
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>(mit integrierter Übung)</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h	(mit integrierter Übung)		
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h							
(mit integrierter Übung)									
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden erwerben statistische Grundkenntnisse der Lerntheorie sowohl für überwachtes als auch nicht-überwachtes Lernen. Sie kennen sowohl klassische (etwa Diskriminanzanalyse) als auch moderne (etwa Support-Vektor-Machines) Klassifikationsmethoden und Clustering-Verfahren. Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Lerntheorie, können Verfahren mathematisch formulieren und mit Hilfe stochastischer Methoden analysieren.</p>									
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Verlustfunktionen und Risiko• Verschiedene Klassifikationsverfahren (beispielsweise Logistische Regression, Diskriminanzanalyse, k-Nächste-Nachbarn-Methode oder Stützvektorklassifizierung (Support-Vector-Machines))• Clustering-Verfahren (etwa k-means-Clustering oder Soft-Clustering mittels EM-Algorithmus)• Weitere Verfahren des maschinellen Lernens (etwa Dimensionsreduktions- oder Regularisierungsverfahren)									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)</p> <p>Für Statistik Master: Wahlpflichtmodul Spezialisierung</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Bemerkungen: <p>[KI-bezogen]</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>C. Kirch (FMA-IMST)</p>									

Stochastische Prozesse
(Stochastic Processes)

Modulzugehörigkeit: Stochastische Prozesse		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Bachelor		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jedes Sommersemester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Fähigkeiten zur Modellierung zufallsabhängiger Vorgänge, die zeitabhängig sind. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Die Vorlesung behandelt die einfachsten, aber für die Anwendungen in Naturwissenschaften, Wirtschaft und Technik durchaus wichtigen Klassen von stochastischen Prozessen: diskrete Markovketten, Erneuerungsprozesse (insbesondere Zählprozesse) und daraus abgeleitete Prozesse.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Empfohlen für die Studienrichtung Wirtschaftsmathematik, auch für die Master-Studiengänge Mathematik und Statistik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Stochastik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
A. Janßen (FMA-IMST)		

Survival Analysis

Modulzugehörigkeit: Survival Analysis		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung	4 SWS / 56 h	124 h
(mit integrierter Übung)		
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik, die die Modellierung komplexer zufälliger Vorgänge in angewandten Gebieten ermöglichen sowie die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Rechtszensierung, Kaplan-Meier-Schätzer, Nelson-Aalen-Schätzer, stetige Martingalthetheorie und der Satz von Rebolledo, Zweistichproben-tests und Effektgrößen, Regressionsmodelle, Linkstrunkierung, konkurrierende Risiken, Aalen-Johansen-Schätzer		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)		
Für Statistik Master: Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Bemerkungen:		
[KI-bezogen]		
Modulverantwortliche(r):		
M. Ditzhaus (FMA-IMST)		

Versicherungsmathematik

Modulzugehörigkeit: Versicherungsmathematik		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: zwei Semester (Wintersemester + Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jährlich, zur Zeit ausgesetzt		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Personenversicherung (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Vorlesung Sachversicherung (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten zur stochastischen Modellierung komplexer und zufälliger Vorgänge insbesondere im Bereich der Finanz- und Versicherungsmathematik; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Aktuarielle Modelle der Personen- und Sachversicherung, Ausscheideordnungen und Sterbetafeln, fondsgebundene Versicherungen, Prognoseverfahren in der Versicherung, Reserveprozesse, Prinzipien der Prämienkalkulation, Methoden der Risikoteilung		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)		
Für Statistik (Master): Wahlpflichtmodul Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche(r):		
B. Heiligers (FMA-IMST)		

Wahrscheinlichkeitstheorie

(Probability Theory)

Modulzugehörigkeit: Wahrscheinlichkeitstheorie									
Leistungspunkte: 9									
Niveau: Bachelor									
Dauer des Moduls: ein Semester (Wintersemester)									
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
Ziele und Kompetenzen: <p>Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Mathematischen Stochastik, die die Modellierung komplexer zufälliger Vorgänge ermöglichen, sowie das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen.</p> <p>Die Studierenden kennen allgemeine Maße, sowie die dazugehörigen Integrale. Sie sind mit wichtigen Grenzwertsätzen vertraut und können deren Beweise skizzieren.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>									
Inhalt: <p>Maß- und Integrationstheorie: allgemeine Maßräume, Maßfortsetzung, Maßintegrale, Konvergenz, L^p-Räume, Bildmaße, Maße mit Dichten, maßtheoriebasierte Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie: bedingte Erwartungen und bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Produkträume und Unabhängigkeit, charakteristische Funktionen, Konvergenzsätze</p>									
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Pflichtfach für: Statistik (Master)</p> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)</p> <p>Für Statistik & Datenanalyse: Wahlpflichtmodul Vertiefung oder Spezialisierung; auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>Grundkenntnisse der Stochastik (für Statistik & Datenanalyse: Veranstaltungen der ersten vier Semester)</p>									
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>									
Prüfungsleistung: <p>mündliche Prüfung</p>									
Modulverantwortliche(r): <p>A. Janßen (FMA-IMST)</p>									

Zeitreihenanalyse

Modulzugehörigkeit: Zeitreihenanalyse		
Leistungspunkte: 6		
Niveau: Master		
Dauer des Moduls: ein Semester (Sommersemester)		
Häufigkeit des Angebots (Turnus): unregelmäßig, aber mindestens einmal in 4 Semestern		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • kennen und verstehen die Standardmodelle der Zeitreihenanalyse, • kennen exemplarisch statistische Methoden zur Modellwahl und Modellvalidierung, • wenden Modelle und Methoden der Vorlesung eigenständig auf reale und simulierte Daten an, • kennen spezifische mathematische Techniken und können damit Zeitreihenmodelle analysieren. 		
Inhalt:		
Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Begriffe der klassischen Zeitreihenanalyse: Stationäre Zeitreihen, Trends und Saisonalitäten, Autokorrelation, Autoregressive Modelle, ARMA-Modelle, Parameterschätzung, Vorhersage, Spektraldichte und Periodogramm		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)		
Für Master Statistik: Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Bemerkungen:		
[KI-bezogen]		
Modulverantwortliche(r):		
A. Janßen (FMA-IMST)		

3 Seminar

Seminar

Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Seminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen: Die Studierenden können sich ein fortgeschrittenes mathematisches Thema selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden erarbeiten. Dies schließt eigenständige Literaturrecherche sowie das Studium – auch englischsprachiger – (Original-)Literatur ein. Sie sind in der Lage, komplexe mathematische Inhalte zu organisieren, didaktisch aufzubereiten und mittels moderner Medien zu präsentieren. Darüber hinaus können sie über die mathematischen Resultate mit anderen Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutieren.		
Inhalt: Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls: Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Voraussetzung für die Teilnahme: Je nach Themenwahl werden unterschiedliche Vorkenntnisse aus dem Bachelor- bzw. Master-Studiengang Mathematik vorausgesetzt.		
Prüfungsvorleistung: keine		
Prüfungsleistung: Vergabe des Seminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
Modulverantwortliche(r): alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

5 Masterarbeit

Masterarbeit

Leistungspunkte: 30						
Dauer des Moduls: ein Semester						
Häufigkeit des Angebots (Turnus): jederzeit nach individueller Absprache						
Arbeitsaufwand: <table><thead><tr><th></th><th>Kontaktzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Anfertigen der Masterarbeit</td><td>ca. 50 h</td><td>ca. 850 h</td></tr></tbody></table>		Kontaktzeit	Selbststudium	Anfertigen der Masterarbeit	ca. 50 h	ca. 850 h
	Kontaktzeit	Selbststudium				
Anfertigen der Masterarbeit	ca. 50 h	ca. 850 h				
Ziele und Kompetenzen: <p>Die Studierenden können innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig ein anspruchsvolles mathematisches Thema auf der Grundlage wissenschaftlicher Methoden bearbeiten. Sie sind in der Lage, komplexe mathematische Sachverhalte zu ordnen und zu gliedern, um sie in schriftlicher Form zu präsentieren.</p> <p>Sie können ihre Resultate reflektieren und in den wissenschaftlichen Kontext einordnen.</p> <p>In der Verteidigung können die Studierenden ihre wissenschaftlichen Aktivitäten in einem prägnanten Vortrag darstellen und diesbezügliche Fragen beantworten.</p>						
Inhalt: <p>Nach Vorgabe des Betreuers oder der Betreuerin</p>						
Verwendbarkeit des Moduls: <p>Pflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Master)</p>						
Voraussetzung für die Teilnahme: <p>nach Vorgabe des Betreuers oder der Betreuerin;</p> <p>Master Statistik: Lehrveranstaltungen aus allen drei Bereichen (Erweiterte Theoretische Grundlagen, Statistische Methodik, und Spezialisierungen)</p>						
Prüfungsvorleistung: <p>keine</p>						
Prüfungsleistung: <p>Begutachtung der Masterarbeit, Kolloquium</p>						
Modulverantwortliche(r): <p>alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik;</p> <p>Master Statistik: H. Großmann (FMA-IMST), A. Janßen (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST), M. Wendler (FMA-IMST)</p>						

6 Belegungen im Anwendungsfach - Übersicht

Anwendungsfach Elektrotechnik (Electrical Engineering)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Technik (Elektrotechnik)

Studienrichtung Mathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik oder aus dem Master Elektrotechnik und Informationstechnik.

Studienrichtung Technomathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik oder aus dem Master Elektrotechnik und Informationstechnik.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik*¹ sowie im *Modulhandbuch Master Elektrotechnik und Informationstechnik*².

¹https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2410-p-114.html

²https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-7394-p-114.html

Anwendungsfach Informatik (Computer Science)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Informatik

Studienrichtung Mathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Master Informatik.

Studienrichtung Computermathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Master Informatik.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Master Informatik*³.

³https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2616-p-114.html

Anwendungsfach Mechanik (Mechanics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Technik (Maschinenbau)

Studienrichtung Mathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Vertiefungsbereich des Bachelor Maschinenbau oder aus dem Programm des Master Maschinenbau.

Studienrichtung Technomathematik:

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Vertiefungsbereich des Bachelor Maschinenbau oder aus dem Programm des Master Maschinenbau.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Bachelor Maschinenbau](#)⁴ sowie im [Modulhandbuch Master Maschinenbau](#)⁵.

⁴https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html

⁵https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2632-p-114.html

Anwendungsfach Physik (Physics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Physik

18 CP aus den folgenden Lehrveranstaltungen:

- Einführung in die Nichtlineare Dynamik (4 SWS, 6 CP)
- Thermodynamik und Statistik (4 SWS, 6 CP)
- Einführung in die Halbleiterphysik (3 SWS, 5 CP)
- Einführung in die Physik der weichen Materie (Soft Matter) (3 SWS, 5 CP)
- Statistik und Quantenstatistik (6 SWS, 9 CP)
- Fortgeschrittene Quantenmechanik (3 SWS, 5 CP)
- Computational Physics (3 SWS, 4 CP)
- Kosmologie (3 SWS, 4 CP)
- Allgemeine Relativitätstheorie (3 SWS, 4 CP)

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Bachelor Physik](#)⁶ sowie im [Modulhandbuch Master Physik](#)⁷.

⁶https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2442-p-114.html

⁷https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2646-p-114.html

Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft (Management and Economics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft

Studienrichtung Mathematik:

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Masters BWL/Business Economics zu wählen. Seminare sind von der Wahl ausgeschlossen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master BWL/Business Economics](#)⁸.

Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung BWL

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Masters BWL/Business Economics zu wählen. Seminare sind von der Wahl ausgeschlossen.

Die Lehrveranstaltungen müssen aus mindestens zwei verschiedenen Profilierungsschwerpunkten stammen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master BWL/Business Economics](#)⁹.

Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung VWL

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Pflicht- und/oder Wahlpflichtangebot des Masters VWL/International Economics and Policy Consulting zu wählen. Dabei sind das Modul "Methods for Economists" und Seminare von der Wahl ausgeschlossen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master VWL/International Economics and Policy Consulting](#)¹⁰.

⁸https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html

⁹https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html

¹⁰https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-5638-p-114.html